

---

**KESAN PENGGUNAAN SEKAM PADI DAN  
SABUT KELAPA SAWIT KE ATAS MASA PENEBALAN  
DAN KEKUATAN MAMPATAN SIMEN**

Mohd Fauzi Hamid dan Low Ee Chai \*

Jabatan Kejuruteraan Petroleum  
Fakulti Kej. Kimia & Kej. Sumber Asli

**Abstrak**

*Kertas kerja ini membincangkan kesan penggunaan sekam padi dan sabut kelapa sawit sebagai bahan tambah kehilangan bendalir ke atas masa penebalan dan kekuatan mampatan simen. Kajian terdahulu menunjukkan bahawa kedua-dua bahan ini mempunyai sifat kawalan kehilangan bendalir simen yang baik. Serbuk sekam padi dan sabut kelapa sawit dicampurkan dengan Simen Portland API Kelas G dan diuji masa penebalan dan kekuatan mampatannya pada suhu dan tekanan yang tertentu. Keputusan yang diperolehi dibandingkan dengan bahan tambah kehilangan bendalir komersil, D603, yang digunakan secara meluas di lapangan. Keputusan kajian ini menunjukkan bahawa sekam padi, sabut kelapa sawit dan bahan tambah D603 mempunyai kesan yang sama ke atas masa penebalan iaitu masing-masing meningkatkan masa penebalan simen. Untuk kekuatan mampatan pula, sekam padi dan sabut kelapa sawit menunjukkan kesan yang berbeza dibandingkan dengan D603. D603 meningkatkan kekuatan mampatan sementara sekam padi dan sabut kelapa sawit merendahkan kekuatan mampatan simen.*

**Pengenalan**

Operasi penyimenan selongsong merupakan proses pengisian buburan simen ke dalam ruang anulus di antara selongsong dengan dinding lubang telaga. Buburan simen yang dipam dari permukaan, masuk ke dalam selongsong di dalam lubang telaga dan mengalir keluar ke dalam ruang anulus.

---

\* Bekas pelajar Jabatan Kejuruteraan Petroleum.

Buburan simen kemudiannya dibiarkan mengeras. Secara umumnya terdapat beberapa fungsi utama dimen dalam telaga minyak, seperti: (1) untuk mencegah sebarang pergerakan bendalir di antara formasi-formasi di belakang selongsong; (2) untuk menyokong atau mengikat selongsong di dalam lubang telaga; (3) untuk melindungi selongsong daripada kakisan oleh bendalir formasi; dan (4) untuk memberi sokongan kepada dinding lubang telaga bagi mengelakkan keruntuhan formasi.[Parker, Clement dan Beirute, 1977].

Untuk melaksanakan fungsi-fungsi tersebut, simen memerlukan sifat-sifat tertentu misalnya kawalan kehilangan bendalir yang baik, masa penebalan yang sesuai, daya ikatan yang baik, kekuatan mampatan yang tinggi, dan sebagainya. Disebabkan skop kajian ini hanya melibatkan masa penebalan dan kekuatan mampatan, maka kedua-dua sifat ini sahaja yang akan dibincangkan.

#### 1. Masa Penebalan

Masa penebalan merupakan masa yang diperlukan oleh buburan simen untuk mengeras atau secara teorinya untuk mencapai kekonsistenan 100 BC. Ia merupakan suatu unit yang tidak berdimensi yang digunakan oleh Institut Petroleum Amerika (American Petroleum Institute - API) khas untuk ujian masa penebalan.[Novak, 1985] Satu BC adalah bersamaan dengan satu poise. Pada nilai 100 BC, simen dianggap tidak dapat dipam lagi.

Masa penebalan amat dipengaruhi oleh suhu. Peningkatan suhu akan menyebabkan masa penebalan menjadi singkat. Ini kerana suhu yang tinggi akan meningkatkan kadar penghidratan simen.[Parker, Clement dan Beirute, 1977] Masa penebalan boleh diubah dengan menambah bahan tambah pelambat yang akan melanjutkan tempoh masa penebalan. Pengubahsuaian masa penebalan adalah penting terutamanya apabila operasi penyimenan melibatkan telaga yang dalam. Bagi telaga jenis ini, masa penebalan yang singkat akan menyebabkan simen mengeras sebelum operasi penyimenan selesai.

#### 2. Kekuatan Mampatan

Kekuatan mampatan merupakan keupayaan simen untuk menahan beban mampatan yang dikenakan ke atasnya. Proses penghidratan simen akan menghasilkan kekuatan mampatan simen yang diperlukan untuk operasi penggerudian seterusnya. Secara amnya, nilai kekuatan mampatan sebesar 500 psi diguna pakai oleh industri sebagai kekuatan mampatan yang diperlukan untuk meneruskan operasi penggerudian. Sementara kekuatan mampatan yang mencukupi untuk melakukan penebukan adalah di sekitar 20,000 psi.[Parker, Clement dan Beirute, 1977]

Dari sudut kejuruteraan, simen mestilah mencapai kekuatan yang sesuai untuk melaksanakan perkara-perkara berikut;

- a. mengikat atau menyokong selongsong di dalam lubang telaga,
- b. menahan sebarang kejutan yang berlaku semasa operasi penggerudian dan penebukan, dan
- c. menanggung tekanan hidraul yang tinggi tanpa menyebabkan berlakunya retakan.

### **Sekam Padi dan Sabut Kelapa Sawit**

Sekam padi dan sabut kelapa sawit seperti yang diketahui umum merupakan bahan buangan pertanian yang banyak terdapat di negara ini. Kedua-dua bahan ini mempunyai kandungan selulos yang tinggi. Mengikut Rance [Rance, 1980] sekam padi mengandungi 36% selulos sementara sabut kelapa sawit pula mengandungi 54% selulos. Kajian awal penggunaan kedua-dua bahan ini sebagai bahan tambah kehilangan bendalir simen telah dibuat oleh Nazily [Nazily, 1990] pada tahun 1990. Keputusan daripada kajian ini telah dibandingkan dengan prestasi yang ditunjukkan oleh bahan tambah kehilangan bendalir komersil. Berdasarkan kajian ini beliau mendapati bahawa kedua-dua bahan ini mempunyai potensi yang amat baik untuk dijadikan bahan tambah kehilangan bendalir.

### **Metodologi**

Sekam padi dan sabut kelapa sawit terlebih dahulu dikeringkan dan diayak untuk mengasingkan segala kekotoran dan bendasing. Ia kemudian dikisar dan dihancurkan, dan diayak sekali lagi dengan menggunakan pengayak (sirat bersaiz 850 mikron). Serbuk yang terhasil ini akan digunakan sebagai bahan tambah kehilangan bendalir di dalam kajian ini.

Penyediaan buburan dimulakan dengan memasukkan sejumlah air ke dalam pengadun dan diadun pada kelajuan yang rendah. Simen kering kemudiannya dimasukkan ke dalam adunan tersebut dengan jumlah yang sesuai dan diikuti pula dengan bahan tambah (serbuk sekam padi, sabut kelapa sawit, atau bahan tambah D603). Campuran ini diadun pada kelajuan yang tinggi selama lebih kurang 40 saat. Terdapat empat set sampel yang digunakan di dalam kajian ini, iaitu

- a. Sampel kawalan (simen yang tidak mengandungi sebarang bahan tambah)
- b. Simen dicampur dengan 0.5% berat sekam padi
- c. Simen dicampur dengan 0.5% berat sabut kelapa sawit
- d. Simen dicampur dengan 0.5% berat D603

#### 1. Ujian Masa Penebalan

Buburan yang tersedia dituangkan ke dalam bekas buburan alat Meter Konsisten Bertekanan sehingga ke suatu paras yang ditandakan. Pengganding suhu dimasukkan ketempatnya dan diikuti dengan pemasangan unit pengayuh. Seterusnya motor, perakam masa dan pengatur suhu dihidupkan, dan suhu ditingkatkan ke takat yang dikehendaki. Suhu yang digunakan dalam kajian ini ialah 100°F, 125°F, dan 150°F. Tekanan dikenakan dengan menggunakan pengatur tekanan sehingga mencapai tekanan 3000 psi. Semua kerja yang terlibat dalam proses ujikaji ini iaitu bermula daripada pengisian buburan ke dalam bekas buburan hingga kepada peningkatan suhu dan tekanan perlu diselesaikan dalam masa lima minit selepas pencampuran simen.

Apabila kekonsistenan mencapai 100 BC, motor, perakam masa dan pengatur suhu dimatikan. Masa yang dicatatkan pada perakam masa merupakan masa penebalan bagi buburan simen tersebut. Ujikaji seterusnya diulang untuk sistem buburan simen yang lain.

#### 2. Ujian Kekuatan Mampatan

Prosedur ujian kekuatan mampatan dimulai dengan penyediaan kiub simen sebagai sampel ujian. Buburan simen dituangkan ke dalam acuan yang berbentuk kiub dan dimasukkan ke dalam kebuk pengawet untuk tujuan pengawetan. Pengawetan merupakan proses bagi buburan di dalam acuan dibiarkan mengeras pada suhu dan tekanan tertentu. Suhu dan tekanan kebuk disetkan ke nilai yang dikehendaki, dan dalam kajian ini suhu yang digunakan ialah 120°F, 160°F, dan 200°F. Manakala tekanan yang dipilih adalah tekanan atmosfera. Sampel dibiarkan berada di dalam kebuk untuk tempoh pengawetan yang sesuai (dalam kajian ini menggunakan tempoh pengawetan selama 24 jam). Setelah cukup tempoh pengawetan yang dipilih, sampel dikeluarkan dan dibiarkan sejuk. Kemudian sampel dikeluarkan daripada acuan dan sedia untuk dijalankan ujian.

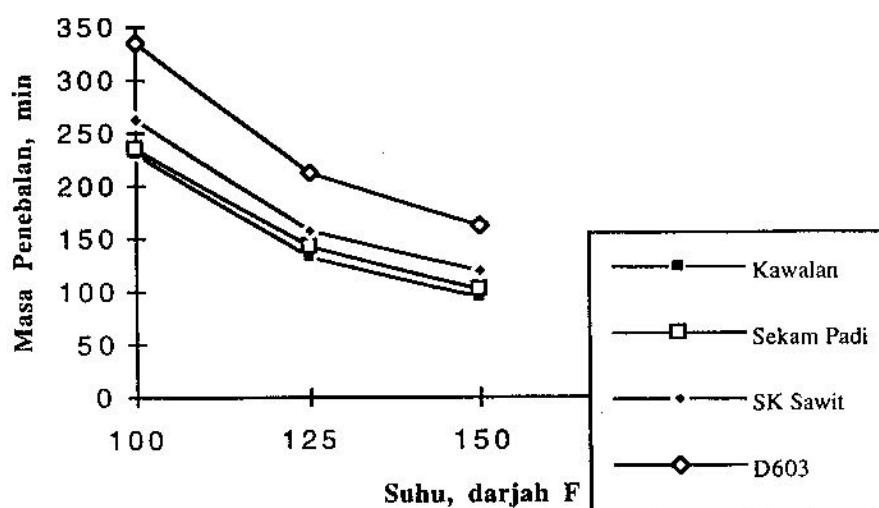
Ujian kekuatan mampatan ini dilakukan dengan menggunakan Penguji Kekuatan Mampatan Simen. Sampel (kiub simen) diletakkan di atas pelantar alat dan dikenakan beban mampatan sehingga sampel tersebut pecah. Bacaan tolok tekanan maksimum pada alat semasa sampel pecah diambil sebagai kekuatan mampatan tersebut.

## Keputusan dan Perbincangan

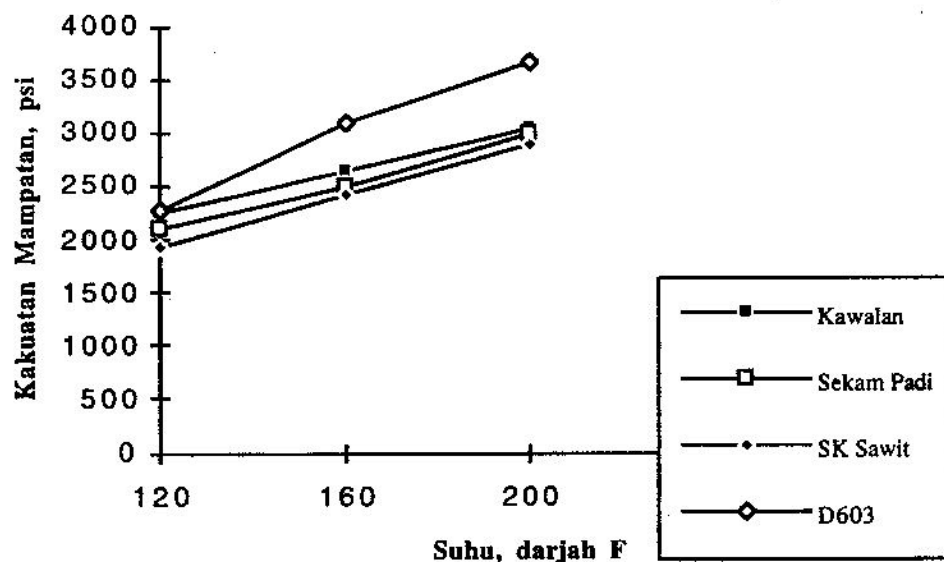
### 1. Masa Penebalan

Rajah 1 menunjukkan hubungan di antara masa penebalan beberapa sampel simen dengan suhu yang dikenakan. Daripada rajah ini jelas dapat dilihat bahawa corak yang dihasilkan oleh keempat-empat sampel adalah sama. Peningkatan suhu akan mempercepatkan masa penebalan sampel simen. Ini merupakan suatu yang normal kerana peningkatan suhu akan meningkatkan kadar penghidratan simen yang seterusnya mempercepatkan proses pengerasan simen.

Apa yang lebih penting daripada rajah ini adalah kesan penambahan bahan tambah kehilangan bendalir. Daripada rajah ini jelas kelihatan bahawa penambahan bahan tambah kehilangan bendalir (D603) ke dalam simen akan melambatkan masa penebalan simen. Corak yang sama juga ditunjukkan oleh adunan simen dengan sekam padi dan dengan sabut kelapa sawit. Walau bagaimanapun, bahan tambah D603 menghasilkan masa penebalan yang paling lambat dan sekam padi pula menghasilkan masa penebalan yang paling singkat. Misalnya pada suhu 125°F, masa penebalan yang dihasilkan ialah 214 minit (bahan tambah D603); 158 minit (sabut kelapa sawit); 144 minit (sekam padi); dan 133 minit (ujian kawalan).



Rajah 1: Hubungan Masa Penebalan Simen dengan Suhu [Low, 1991]



Rajah 2: Hubungan Kekuatan Mampatan Simen dengan Suhu [Low, 1991]

## 2. Kekuatan Mampatan

Keputusan kajian tentang kesan penggunaan bahan tambah ke atas kekuatan mampatan simen ditunjukkan dalam Rajah 2 yang merupakan hubungan di antara kekuatan mampatan simen dengan suhu untuk keempat-empat sampel. Daripada rajah ini jelas menunjukkan bahawa sekam padi dan sabut kelapa sawit mempunyai kesan yang berlawanan ke atas kekuatan mampatan dibandingkan dengan D603. Sekam padi dan sabut kelapa sawit merendahkan kekuatan mampatan sementara D603 pula meningkatkan kekuatan mampatan 24 jam simen.

## Kesimpulan

Penambahan bahan tambah kehilangan bendalir ke dalam buburan simen akan memberikan kesan ke atas masa penebalan dan kekuatan mampatan simen. Berdasarkan kajian ini beberapa kesimpulan dapat dibuat: (1) Penambahan sekam padi, sabut kelapa sawit dan bahan tambah D603 ke dalam simen akan melanjutkan masa penebalan simen, dan (2) Sekam padi dan sabut kelapa sawit merendahkan kekuatan mampatan simen sementara D603 meningkatkan kekuatan mampatan simen.

## Rujukan

- (1) Parker, P. N., Clement, C. dan Beirute, R. M., "*Basic Cementing - 1 & 2*", Oil and Gas Journal (Feb., 1977).
- (2) Novak, L.H., "*Cement Slurry Design Manual*", Exxon Production Research Company, Texas (1985).
- (3) Rance, H.F., "*The Raw Materials & Processing of Paper Making*", Handbook of Paper Science, New York, McGraw-Hill (1980).
- (4) Nazily M.N., "*Penggunaan Sekam Padi dan Sabut Kelapa Sawit Dalam Mengawal Kehilangan Bendalir Simen*", Tesis Sarjana Muda, Universiti Teknologi Malaysia (1990).
- (5) Low, E.C., "*Pengaruh Sekam Padi dan Sabut Kelapa Sawit Sebagai Bahan Tambah Khilangan Bendalir Ke Atas Masa Penebalan dan Kekuatan mampatan Simen*", Tesis Sarjana Muda, Universiti Teknologi Malaysia (1991).